

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

07030366 A



(19)

(11) Publication number:

07030366 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **05169001**(51) Int'l. Cl.: **H03H 9/64 H03H 9/25**(22) Application date: **08.07.93**

(30) Priority:

(43) Date of application **31.01.95**
publication:(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **MURATA MFG CO LTD**(72) Inventor: **ATOMIYA TADAMASA
IEGI EIJI**

(74) Representative:

**(54) SURFACE ACOUSTIC
WAVE FILTER**

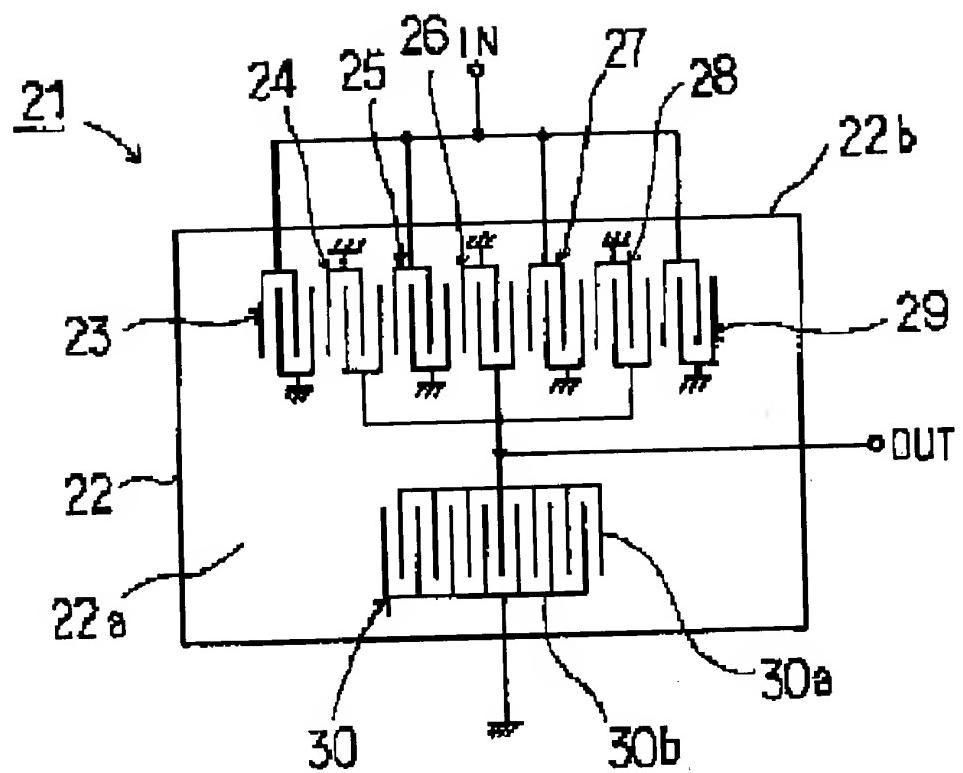
(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain the SAW filter having structure which increases an attenuation quantity nearly a passing band, specially, on a low-frequency side more than in the passing band without deteriorating characteristics in the passing band.

CONSTITUTION: The SAW filter is constituted by arranging plural IDTs 23-29 on a piezoelectric substrate 21 in the propagation direction of a surface wave. On the output side of the SAW filter, at least one one-port type SAW resonator 30 is connected in parallel and the resonance frequency f_0 of the SAW resonator 30 is set lower than the passing band of the SAW filter.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

07030366 A



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-30366

(43)公開日 平成7年(1995)1月31日

(51)Int.Cl.⁶H 03 H 9/64
9/25

識別記号

府内整理番号
Z 7259-5 J
Z 7259-5 J

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平5-169001

(22)出願日 平成5年(1993)7月8日

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 後宮 忠正

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 家木 英治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

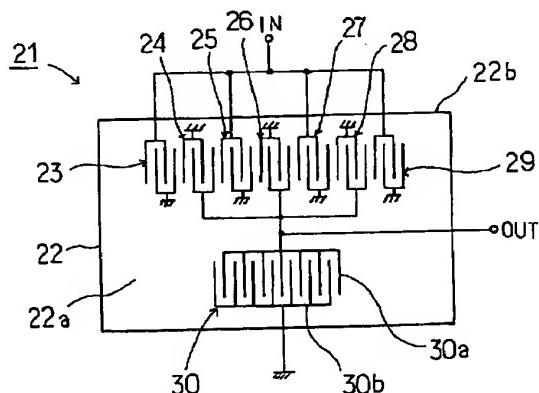
(74)代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54)【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【目的】 通過帯域内における特性を劣化させることなく、通過帯域近傍の減衰量、特に通過帯域よりも低周波数側における減衰量を高め得る構造を備えたSAWフィルタを提供する。

【構成】 圧電基板21上に表面波伝搬方向に沿って複数のIDT 23~29を配置してなるSAWフィルタにおいて、SAWフィルタの出力側に、少なくとも1個の1ポート型SAW共振子30を並列に接続してなり、かつ上記SAW共振子30の共振周波数f₀をSAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するようにした、SAWフィルタ21。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 壓電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のインターデジタルトランステューサを配置してなる弾性表面波フィルタにおいて、前記弾性表面波フィルタの入出力側の少なくとも一方側に、少なくとも1個のインターデジタルトランステューサを有する少なくとも1個の1ポート型表面波共振子が並列に接続されており、かつ前記1ポート型表面波共振子の共振周波数が弾性表面波フィルタの通過帯域よりも低周波数側に設定されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記圧電基板が36° Yカット-L型である場合からなり、

前記1ポート型弾性表面波共振子の共振周波数を f_0 (MHz)、電極指の対数をN、交差幅をA (μm)としたときに、

1ポート型表面波共振子が1個の場合には、

【数1】

$$\frac{N \times A}{f_0} \leq 30 \quad \dots \dots \dots (1)$$

を満たし、

前記1ポート型表面波共振子が複数個並列に接続された場合には、個々の共振子の $(N \times A) / f_0$ の合計が30以下となるように、前記1ポート型表面波共振子のインターデジタルトランステューサが構成されている、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記圧電基板が64° Yカット-L型である場合からなり、

前記1ポート型表面波共振子の共振周波数を f_0 (MHz)、インターデジタルトランステューサの電極指の対数をN、交差幅をA (μm)としたときに、

1ポート型表面波共振子が1個の場合には、

【数2】

$$\frac{N \times A}{f_0} \leq 45 \quad \dots \dots \dots (2)$$

を満たし、

前記1ポート型表面波共振子が複数個並列に接続された場合には、個々の表面波共振子の $(N \times A) / f_0$ の合計が45以下となるように、前記1ポート型表面波共振子のインターデジタルトランステューサが構成されている、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のインターデジタルトランステューサ(以下、IDT)を配置してなる弾性表面波フィルタ(以下、SAWフィルタ)に関し、特に、通過帯域近傍における減衰量を高め得る構造を備えたSAWフィルタ

に関する。

【0002】

【従来の技術】 SAWフィルタは、小型であり、かつ急峻なフィルタ特性を有することを特徴としている。従つて、従来より種々の構造のSAWフィルタが提案され、使用されている。

【0003】 図1は、従来の弾性表面波フィルタの一例として、3電極型SAWフィルタを示す略図的平面図である。SAWフィルタ1は、矩形の圧電基板2上に3個のIDT3~5を配置した構造を有する。なお、6, 7は反射器を示す。SAWフィルタ1では、IDT3, 5の一方の歯電極が共通接続されて入力端とされており、IDT4の一方の歯電極が出力端とされている。IDT3~5の他方の歯電極は、アース電位に接続されている。

【0004】 図2は、従来のSAWフィルタの他の例を示す略図的平面図である。SAWフィルタ8は、圧電基板2の上面に2個のIDT9, 10を表面波伝搬方向に沿って配置した構造を有する。IDT9, 10の両側には反射器6, 7が配置されている。この2電極型SAWフィルタ8では、IDT9の一方の歯電極が入力端として、IDT10の一方の歯電極が出力端として用いられる。IDT9, 10の他方の歯電極はアース電位に接続されている。

【0005】 図3は、従来のSAWフィルタのさらに他の例を示す略図的平面図である。SAWフィルタ11は矩形の圧電基板2の上面に表面波伝搬方向に沿って7個のIDT12~18を配置した構造を有し、多電極型SAWフィルタと称されているものである。IDT12, 14, 16, 18の一方の歯電極が共通接続されて入力端として用いられ、IDT13, 15, 17の一方の歯電極が共通接続されて出力端として用いられている。また、IDT12~18の他方の歯電極は、それぞれ、アース電位に接続される。

【0006】 このような多電極型SAWフィルタ11では、多数のIDT12~18を配置してなるものであるため、挿入損失を低減することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、SAWフィルタとして、挿入損失を低減するために種々の構造のものが提案されている。しかしながら、挿入損失の低減を図った場合、SAWフィルタの通過帯域近傍における減衰量があまり大きくならず、特に上記のような表面波共振子を用いたSAWフィルタにおいては、通過帯域近傍の減衰量が小さいという問題があった。

【0008】 通過帯域近傍における減衰量を高めるには、SAWフィルタの段数を増大し、多段接続すればよいと考えられる。しかしながら、SAWフィルタの段数を増大させた場合には、段数に比例して挿入損失が増加することになる。

3

【0009】従って、挿入損失を増大させることなく、通過帯域近傍における減衰量を大きくし得るSAWフィルタの登場が望まれている。特に、携帯電話などの移動体通信においては、送信側及び受信側の周波数間隔が狭く、通過帯域近傍の減衰量を十分に確保する必要がある。しかしながら、従来のSAWフィルタでは、このような要求を満たすことが困難であった。

【0010】本発明の目的は、通過帯域のフィルタ特性を損なうことなく、通過帯域近傍における減衰量、特に通過帯域の低域側における減衰量を高め得る構造を備えたSAWフィルタを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のIDTを配置してなるSAWフィルタにおいて、前記SAWフィルタの入出力側の少なくとも一方側に、少なくとも1個のIDTを有する少なくとも1個の1ポート型表面波共振子（以下、SAW共振子）が並列に接続されており、かつ前記1ポート型SAW共振子の共振周波数がSAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に設定されていることを特徴とする、SAWフィルタである。

【0012】上記圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のIDTを配置してなるSAWフィルタとしては、前述したような2電極型もしくは3電極型のSAW共振子フィルタの他、多電極型SAWフィルタも含まれる。本発明では、上記のような各種SAWフィルタにおいて、上記少なくとも1個の1ポート型SAW共振子が並列に接続されていることを特徴とする。

【0013】請求項2に記載の発明では、前記圧電基板が36°Yカット-LiTaO₃基板からなり、前記1ポート型SAW共振子の共振周波数をf₀（MHz）、電極指の対数をN、交差幅をA（μm）としたときに、1ポートSAW共振子が1個の場合には、下記の式

(1)

【0014】

【数3】

$$\frac{N \times A}{f_0} \leq 30 \quad \dots \dots (1)$$

【0015】を満たし、前記1ポート型SAW共振子が複数個の場合には、個々の共振子の(N×A)/f₀の合計が30以下となるように、前記1ポート型SAW共振子のIDTが構成されている。

【0016】また、請求項3の記載の発明では、前記圧電基板が64°Yカット-LiNbO₃基板からなり、前記1ポート型SAW共振子の共振周波数をf₀（MHz）、インターデジタルトランスデューサの電極指の対数をN、交差幅をA（μm）としたときに、1ポート型SAW共振子が1個の場合には、下記の式(2)

【0017】

【数4】

$$\frac{N \times A}{f_0} \leq 45 \quad \dots \dots (2)$$

【0018】を満たし、前記1ポート型SAW共振子が複数個の場合には、個々のSAW共振子の(N×A)/f₀の合計が45以下となるように、前記1ポート型SAW共振子のIDTが構成されている。

【0019】

【作用】請求項1に記載の発明では、SAWフィルタの入出力側の少なくとも一方に、少なくとも1個の上記1ポート型SAW共振子が並列に接続されている。この1ポート型SAW共振子は、その共振周波数f₀がSAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するよう構成されている。従ってSAWフィルタ全体の通過帯域特性において、通過帯域の低周波数側において上記1ポート型SAW共振子の共振点が位置するため、通過帯域の低域側における減衰量が高められる。請求項2に記載の発明では、後述の実施例から明らかなように、36°Yカット-LiTaO₃からなる圧電基板を用いたSAWフィルタにおいて、上述した式(1)を満たすことなく、挿入損失をあまり増大させることなく、通過帯域の低域側における減衰量を効果的に改善することができる。

【0020】同様に、請求項3に記載の発明では、Yカット-LiNbO₃基板を用いたSAWフィルタにおいて、上述した式(2)を満たすように上記1ポート型SAW共振子が構成されているため、請求項2に記載の発明の場合と同様に、挿入損失をあまり増大させることなく、通過帯域の低域側における減衰量を著しく改善することができる。

【0021】なお、上記請求項2、3に記載の発明における式(1)及び(2)は、後述の実施例から明らかなように、本願発明者により理論的に確かめられたものである。

【0022】

【実施例の説明】以下、図面を参照しつつ実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0023】図4は、本発明の第1の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図である。SAWフィルタ21は、矩形の圧電基板22を用いて構成されている。圧電基板22の上面22a上には、端縁22b側において、複数のIDT23～29が表面波伝搬方向に沿って配置されている。

【0024】IDT23～29は、多電極型SAWフィルタを構成するために設けられている。IDT23、25、27、29の一方の極性電極は、図示のように共通接続されて入力端として用いられる。IDT23、25、27、29の他方の極性電極は、図示のようにアース電位に接続される。

【0025】また、IDT24, 26, 28の一方の歯電極は、図示のように共通接続されて、出力端に接続される。IDT24, 26, 28の他方の歯電極は、図示のようにアース電位に接続される。

【0026】ここまで、図3に示した従来の多電極型SAWフィルタ11と同様である。本実施例の特徴は、出力側において上記IDT23～29で構成される多電極型SAWフィルタに並列に、1ポート型SAW共振子30が接続されていることがある。1ポート型SAW共振子30は、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する一対の歯電極30a, 30bからなり、一方の歯電極30aが出力端に、他方の歯電極30bがアース電位に接続されている。

【0027】本実施例では、上記1ポート型SAW共振子30の共振周波数f_oが、IDT23～29で構成される多電極型SAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するように構成されている。従って、SAWフィルタ21のフィルタ特性において、通過帯域の低域側における減衰量を高めることができるとされている。

【0028】図5は、本発明の第2の実施例に係るSAWフィルタ31を示す略図的平面図である。矩形の圧電基板32の上面32a上に2個のIDT33, 34が配置されている。IDT33の一方の歯電極が入力端に、他方の歯電極がアース電位に接続されている。IDT34の一方の歯電極は出力端に、他方の歯電極がアース電位に接続されている。また、35, 36は反射器を示す。すなわち、IDT33, 34及び反射器35, 36により、図2に示した2電極型SAWフィルタと同一の構造が構成されている。

【0029】本実施例では、上記出力側においてSAWフィルタと並列に、2個の1ポート型SAW共振子37, 38が接続されている。SAW共振子37, 38は、第1の実施例のSAW共振子30と同様に、それぞれ、一対の歯電極37a, 37b, 38a, 38bを有する。また、一方の歯電極37a, 38aが出力端に、他方の歯電極37b, 38bがアース電位に接続されている。

【0030】第2の実施例においても、1ポート型SAW共振子37, 38は、それぞれ、その共振周波数が2電極型SAWフィルタの通過帯域よりも低周波数域側に位置するように設計されている。従って、第1の実施例の場合と同様に、1ポート型表面波共振子37, 38の共振点が2電極型SAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するため、通過帯域よりも低周波数側における減衰量を増大させることができる。

【0031】図6は、本発明の第3の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図である。SAWフィルタ41は、矩形の圧電基板42を用いて構成されている。圧電基板42の上面42a上には、中央において3電極型弹性表面波フィルタが構成されている。すなわち、

IDT43～45が弹性表面波伝搬方向に沿って配置されている。IDT44の一方の歯電極が入力端に、IDT43, 45の一方の歯電極が出力端に接続されている。また、IDT43～45の他方の歯電極は、それぞれ、アース電位に接続されている。46, 47は、反射器を示す。

【0032】本実施例の特徴は、上記入力側においてSAWフィルタに並列に1個の1ポート型表面波共振子48が接続されており、出力側にも1個の1ポート型SAW共振子49が並列に接続されていることがある。

【0033】1ポート型SAW共振子48, 49は、IDT43～45を用いて構成された3電極型SAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に共振周波数f_oを有するように構成されている。

【0034】従って、第3の実施例においても、1ポート型SAW共振子48, 49を付加したことにより、通過帯域よりも低周波数側における減衰量が増大される。なお、第2, 第3の実施例のように、複数の1ポート型SAW共振子を接続する場合には、共振周波数やインピーダンスの異なるSAW共振子を用いることにより、SAWフィルタ全体の特性を所望の特性により一層近づけることができる。

【0035】なほ、上述した第1～第3の実施例において圧電基板22, 32, 42としては、従来より公知の圧電セラミックスからなるもの、ある種の弹性基板上に圧電薄膜を形成したもの等を用いることができ、絶縁性基板上に圧電性薄膜を形成した構造にあっては、各IDT及び反射器は圧電薄膜の上面及び下面のいずれに形成されていてもよい。

【0036】次に、本発明の動作原理を、具体的な実験結果に基づき説明する。1ポート型SAW共振子は、一般に、図7に示す等価回路で表される。図7を参照して、1ポート型SAW共振子51は、互いに直列に接続されたインダクタンスL₁、容量C₁及び抵抗R₁と、該インダクタンスL₁、容量C₁及び抵抗R₁に並列に接続された容量C₂とを有する。このSAW共振子51のインピーダンス～周波数特性は図8に示す通りであり、共振周波数f_o付近でインピーダンスが最小値となり、反共振周波数f_c付近でインピーダンスが最大値となる。

【0037】前述した多電極型SAWフィルタや2電極型もしくは3電極型SAWフィルタにおいて、上記1ポート型SAW共振子を入出力側の少なくとも一方において並列に接続した場合、1ポート型SAW共振子の反共振周波数f_cをSAWフィルタの通過帯域内に位置させることにより、挿入損失をあまり増加させることなく、通過帯域を構成することができる。

【0038】また、上記の場合、1ポート型SAW共振子の共振周波数f_o付近では、入力インピーダンスが短絡状態に近くなり、減衰極を構成する。従って、共振周

波数 f_0 では、通過帯域の低域側における減衰量を増大させることができる。

【0039】このとき、付加される1ポート型SAW共振子の共振周波数におけるインピーダンスが小さい程、減衰量を増大させる効果は大きくなる。もっとも、1ポート型SAW共振子の共振周波数におけるインピーダンスが小さすぎる場合には、SAWフィルタのインピーダンス整合範囲が狭くなり、挿入損失が悪化する。従って、以下の実験例で示されるように、SAWフィルタの構成に応じて付加すべき1ポート型SAW共振子のID Tを設計することが望ましい。

【0040】いま、1ポート型表面波共振子の共振周波数を f_0 (MHz)、電極指の対数を N (対)、交差幅を A (μm) とすると、 $M = (N \times A) / f_0$ は、表面波共振子の電極間容量を周波数で規格化した値に比例した量となる。

【0041】なお、1ポート型SAW共振子を複数個接続した場合には、個々の1ポートSAW共振子について $(N \times A) / f_0$ を求め、その合計が上記Mの値となる。上記Mの値が小さくなるとインピーダンス整合範囲が狭くなり、挿入損失が増加する。インピーダンス不整合による挿入損失の増大分は、実用的には0.5 dBが限度であり、挿入損失増大量はこれ以下に抑えることが必要である。また、圧電基板の温度特性を考慮すると、比帯域は1%以上必要である。

【0042】図9は、圧電基板として36°Yカット-LiTaO₃基板を用いた場合に、上記Mの値を変動させたときに挿入損失の悪化が0.5 dB以内に収まる比帯域を計算した結果を示す図である。図9から明らかなように、比帯域を1%以上確保するには、Mの値を30以下とする必要がある。

【0043】図10は、64°Yカット-LiNbO₃基板を用い、上記Mの値を変動させた場合の挿入損失の変化を示す図である。図10から明らかなように、比帯域を1%以上確保するには、Mの値を45以下とする必要があることがわかる。

【0044】上記のように、挿入損失の増大を避けるには、上記M値を圧電基板材料に応じてある値以下とするように1ポート型SAW共振子の電極構造を設計することが望ましい。

【0045】次に、図4に示した第1の実施例のSAWフィルタの変形例について具体的に挿入損失-周波数特性を測定した実験例につき説明する。図4に示した第1の実施例のSAWフィルタ21では、出力側に1個のSAW共振子30が接続されていたが、このSAW共振子30を接続しない場合の挿入損失-周波数特性を図11に示す。

【0046】また、上記図11の特性を測定したSAWフィルタの出力側に、図4に示したSAW共振子30を4個接続した実施例のSAWフィルタを作製し、同様に

挿入損失-周波数特性を測定した。結果を図12に示す。

【0047】なお、図11及び図12において、実線Aは、それぞれ、通過帯域の要部を拡大して示す特性曲線であり挿入損失の大きさは図11及び図12の右側に示されているスケールにより表されている。

【0048】図11及び図12の比較から明らかのように、4個の1ポート型SAW共振子を接続した実施例の構造では、通過帯域の低域側における減衰量が約5~10 dB改善されることがわかる。

【0049】

【発明の効果】請求項1に記載の発明では、SAWフィルタの入出力側の少なくとも一方に、少なくとも1個の1ポート型SAW共振子が並列に接続されており、かつ該1ポート型SAW共振子の共振周波数がSAWフィルタの通過帯域よりも低周波数側に位置するように1ポート型SAW共振子が設計されているため、通過帯域外の減衰量が約5~10 dB改善され、特に、通過帯域近傍の通過帯域よりも低周波数側における減衰量を著しく改善することができる。従って、通過帯域に比べて減衰域における減衰量が増大されるため、すなわち、フィルタ特性の急峻性が高められる。よって、携帯電話機における送受信側の周波数のように、周波数間隔の狭い用途に用いるのに適したSAWフィルタを提供することが可能となる。

【0050】また、請求項2に記載の発明では、36°Yカット-LiTaO₃を圧電基板材料として用いた場合、上述した式(1)を満たすように1ポート型SAW共振子を設計することにより、あるいは請求項3に記載のように64°Yカット-LiNbO₃を圧電基板材料として用いた場合には上述した式(2)を満たすように1ポート型SAW共振子を設計することにより、挿入損失を増大させることなく請求項1に記載の発明のように通過帯域外における減衰量、特に通過帯域よりも低周波数域における減衰量を効果的に高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の3電極型SAWフィルタを示す略図的平面図。

【図2】従来の2電極型SAWフィルタを示す略図的平面図。

【図3】従来の多電極型SAWフィルタを示す略図的平面図。

【図4】第1の実施例に係るSAWフィルタを説明するための略図的平面図。

【図5】第2の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図。

【図6】第3の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図。

【図7】1ポート型SAW共振子の等価回路を示す図。

9

【図8】1ポート型SAW共振子のインピーダンス-周波数特性を示す図。

【図9】36°Yカット-LiTaO₃基板を用い、Mの値を変動させた場合の挿入損失の変化を示す図。

【図10】64°Yカット-LiNbO₃基板を用い、Mの値を変動させた場合の挿入損失を変化を示す図。

【図11】比較のために用意した従来のSAWフィルタの挿入損失-周波数特性を示す図。

【図12】4個の1ポート型SAW共振子を接続した実施例のSAWフィルタの挿入損失-周波数特性を示す図。

【符号の説明】

21…SAWフィルタ

22…圧電基板

* 23~39…IDT

30…1ポート型SAW共振子

31…SAWフィルタ

32…圧電基板

33, 34…IDT

35, 36…反射器

37, 38…1ポート型SAW共振子

41…SAWフィルタ

42…圧電基板

43~45…IDT

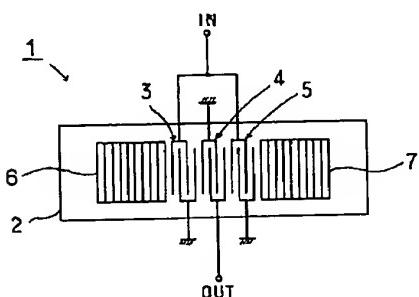
46, 47…反射器

48, 49…1ポート型SAW共振子

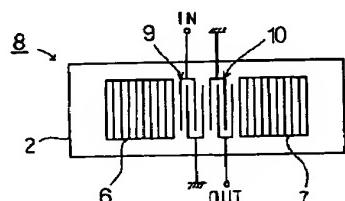
51…1ポート型SAW共振子

*

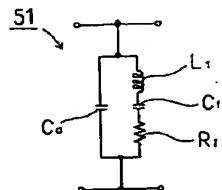
【図1】



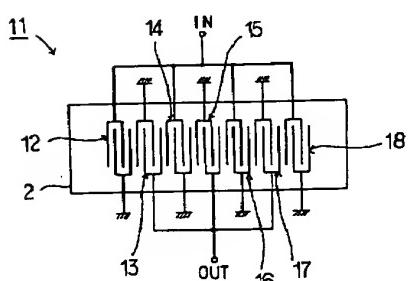
【図2】



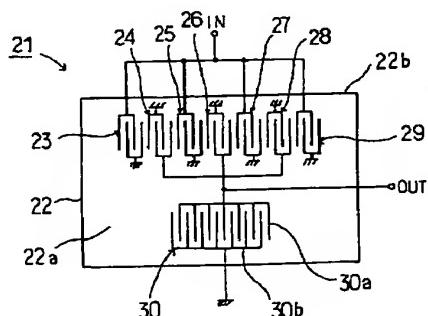
【図7】



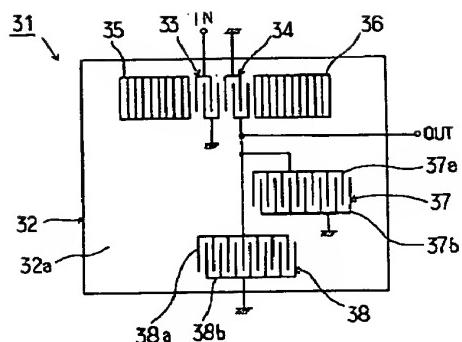
【図3】



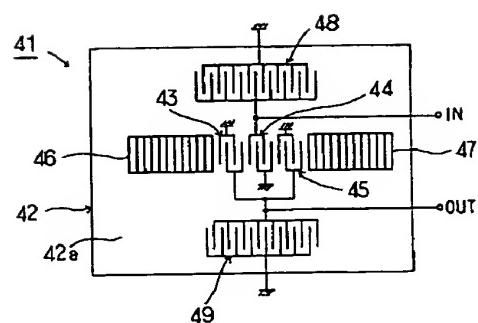
【図4】



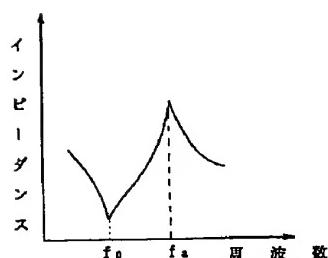
【図5】



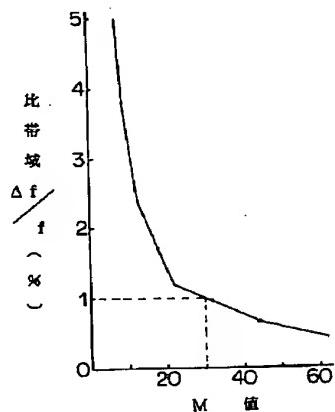
【図6】



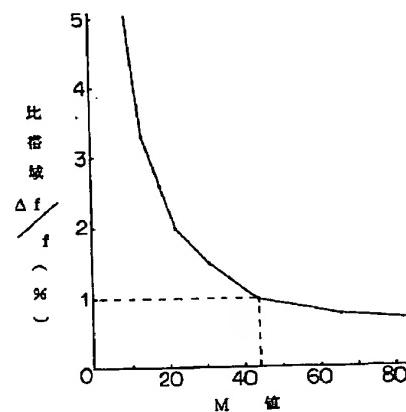
【図8】



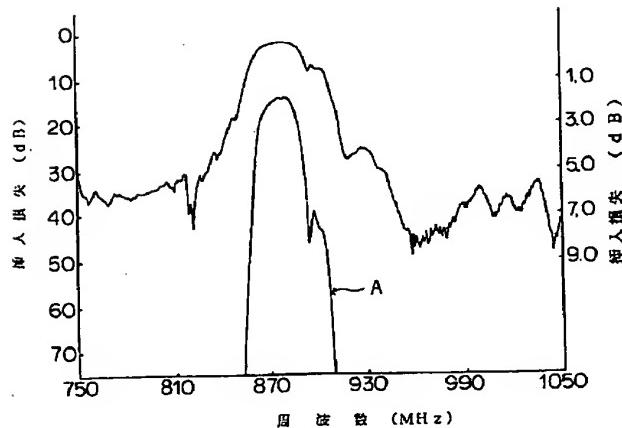
【図9】



【図10】

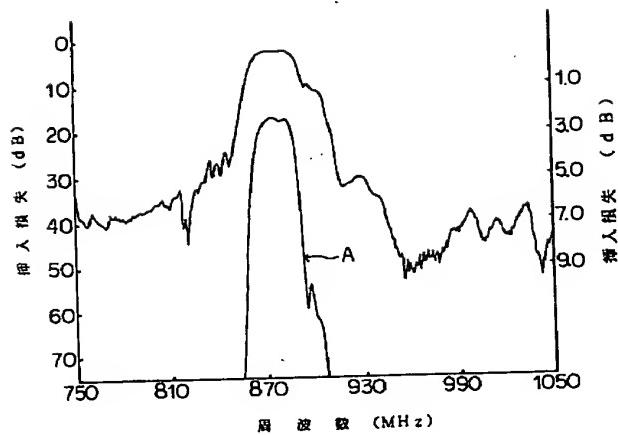


【図11】



(S)

【図12】



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-30367

(43)公開日 平成7年(1995)1月31日

(51)Int.Cl.^bH 03 H 9/64
9/25

識別記号

府内整理番号
Z 7259-5 J
Z 7259-5 J

F I

技術表示箇所

(21)出願番号 特願平5-169002

(22)出願日 平成5年(1993)7月8日

(71)出願人 000008231

株式会社村田製作所
京都府長岡市天神二丁目26番10号

(72)発明者 後宮 忠正

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 家木 英治

京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

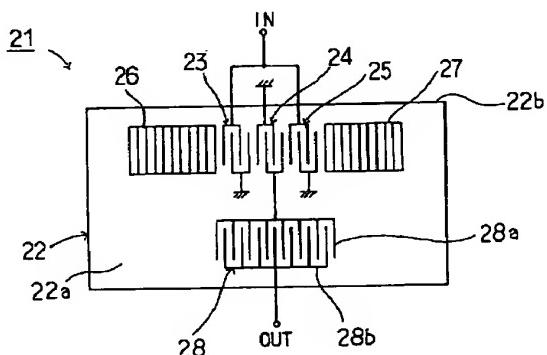
(74)代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54)【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【目的】 通過帯域内における特性を劣化させることなく、通過帯域近傍の減衰量、特に通過帯域よりも高周波数側における減衰量を高め得る構造を備えたSAWフィルタを提供する。

【構成】 圧電基板21上に表面波伝播方向に沿って複数のIDT 23~25を配置してなるSAWフィルタにおいて、SAWフィルタの出力側に、少なくとも1個の1ポート型SAW共振子28を直列に接続してなり、かつ上記SAW共振子30の反共振周波数f_oをSAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に位置するようにした、SAWフィルタ21。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のインターデジタルトランスデューサを配置してなる弾性表面波フィルタにおいて、前記弾性表面波フィルタの入出力側の少なくとも一方側に、少なくとも1個のインターデジタルトランスデューサを有する少なくとも1個の1ポート型表面波共振子が直列に接続されており、かつ前記1ポート型表面波共振子の反共振周波数が弾性表面波フィルタの通過帯域よりも高周波数側に設定されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ。

【請求項2】 前記圧電基板が36° Yカット-LiT_aO₃基板からなり、

前記1ポート型弾性表面波共振子の共振周波数をf₀ (MHz)、電極指の対数をN、交差幅をA (μm)としたときに、

1ポート型表面波共振子が1個の場合には、

【数1】

$$\frac{f_0}{N \times A} \leq 0.6 \quad \dots \dots \dots (1)$$

を満たし、

前記1ポート型表面波共振子が複数個直列に接続された場合には、個々の共振子のf₀ / (N × A) の合計が0.6以下となるように、前記1ポート型表面波共振子のインターデジタルトランスデューサが構成されている、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項3】 前記圧電基板が64° Yカット-LiT_bO₃からなり、

前記1ポート型表面波共振子の共振周波数をf₀ (MHz)、インターデジタルトランスデューサの電極指の対数をN、交差幅をA (μm)としたときに、

1ポート型表面波共振子が1個の場合には、

【数2】

$$\frac{f_0}{N \times A} \leq 1.1 \quad \dots \dots \dots (2)$$

を満たし、

前記1ポート型表面波共振子が複数個直列に接続された場合には、個々の表面波共振子のf₀ / (N × A) の合計が1.1以下となるように、前記1ポート型表面波共振子のインターデジタルトランスデューサが構成されている、請求項1に記載の弾性表面波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のインターデジタルトランスデューサ(以下、IDT)を配置してなる弾性表面波フィルタ(以下、SAWフィルタ)に関し、特に、通過帯域近傍における減衰量を高め得る構造を備えたSAWフィルタ

に関する。

【0002】

【従来の技術】SAWフィルタは、小型であり、かつ急峻なフィルタ特性を有することを特徴としている。従つて、従来より種々の構造のSAWフィルタが提案され、使用されている。

【0003】図1は、従来の弾性表面波フィルタの一例として、3電極型SAWフィルタを示す略図的平面図である。SAWフィルタ1は、矩形の圧電基板2上に3個のIDT3～5を配置した構造を有する。なお、6、7は反射器を示す。SAWフィルタ1では、IDT3、5の一方の歯電極が共通接続されて入力端とされており、IDT4の一方の歯電極が出力端とされている。IDT3～5の他方の歯電極は、アース電位に接続されている。

【0004】図2は、従来のSAWフィルタの他の例を示す略図的平面図である。SAWフィルタ8は、圧電基板2の上面に2個のIDT9、10を表面波伝搬方向に沿って配置した構造を有する。IDT9、10の両側には反射器6、7が配置されている。この2電極型SAWフィルタ8では、IDT9の一方の歯電極が入力端として、IDT10の一方の歯電極が出力端として用いられる。IDT9、10の他方の歯電極はアース電位に接続されている。

【0005】図3は、従来のSAWフィルタのさらに他の例を示す略図的平面図である。SAWフィルタ11は矩形の圧電基板2の上面に表面波伝搬方向に沿って7個のIDT12～18を配置した構造を有し、多電極型SAWフィルタと称されているものである。IDT12、14、16、18の一方の歯電極が共通接続されて入力端として用いられ、IDT13、15、17の一方の歯電極が共通接続されて出力端として用いられている。また、IDT12～18の他方の歯電極は、それぞれ、アース電位に接続される。

【0006】このような多電極型SAWフィルタ11では、多数のIDT12～18を配置してなるものであるため、挿入損失を低減することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、SAWフィルタとして、挿入損失を低減するために種々の構造のものが提案されている。しかしながら、挿入損失の低減を図った場合、SAWフィルタの通過帯域近傍における減衰量があまり大きくならず、特に上記のような表面波共振子を用いたSAWフィルタにおいては、通過帯域近傍の減衰量が小さいという問題があった。

【0008】通過帯域近傍における減衰量を高めるには、SAWフィルタの段数を増大し、多段接続すればよいと考えられる。しかしながら、SAWフィルタの段数を増大させた場合には、段数に比例して挿入損失が増加することになる。

【0009】従って、挿入損失を増大させることなく、通過帯域近傍における減衰量を大きくし得るSAWフィルタの登場が望まれている。特に、携帯電話などの移動体通信においては、送信側及び受信側の周波数間隔が狭く、通過帯域近傍の減衰量を十分に確保する必要がある。しかしながら、従来のSAWフィルタでは、このような要求を満たすことが困難であった。

【0010】本発明の目的は、通過帯域のフィルタ特性を損なうことなく、通過帯域近傍における減衰量、特に通過帯域の高周波数側における減衰量を高め得る構造を備えたSAWフィルタを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のIDTを配置してなるSAWフィルタにおいて、前記SAWフィルタの入出力側の少なくとも一方側に、少なくとも1個のIDTを有する少なくとも1個の1ポート型表面波共振子（以下、SAW共振子）が直列に接続されており、かつ前記1ポート型SAW共振子の反共振周波数がSAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に設定されていることを特徴とする、SAWフィルタである。

【0012】上記圧電基板上に表面波伝搬方向に沿って複数のIDTを配置してなるSAWフィルタとしては、前述したような2電極型もしくは3電極型のSAW共振子フィルタの他、多電極型SAWフィルタも含まれる。本発明では、上記のような各種SAWフィルタにおいて、上記少なくとも1個の1ポート型SAW共振子が直列に接続されていることを特徴とする。

【0013】請求項2に記載の発明では、前記圧電基板が36°Yカット-LiTaO₃基板からなり、前記1ポート型SAW共振子の共振周波数をf_o（MHz）、電極指の対数をN、交差幅をA（μm）としたときに、1ポートSAW共振子が1個の場合には、下記の式

(1)

【0014】

【数3】

$$\frac{f_o}{N \times A} \leq 0.6 \quad \dots \dots (1)$$

【0015】を満たし、前記1ポート型SAW共振子が複数個の場合には、個々の共振子のf_o／(N×A)の合計が0.6以下となるように、前記1ポート型SAW共振子のIDTが構成されている。

【0016】また、請求項3の記載の発明では、前記圧電基板が64°Yカット-LiNbO₃からなり、前記1ポート型SAW共振子の共振周波数をf_o（MHz）、インターデジタルトランスデューサの電極指の対数をN、交差幅をA（μm）としたときに、1ポート型SAW共振子が1個の場合には、下記の式(2)

【0017】

【数4】

$$\frac{f_o}{N \times A} \leq 1.1 \quad \dots \dots (2)$$

【0018】を満たし、前記1ポート型SAW共振子が複数個の場合には、個々のSAW共振子のf_o／(N×A)の合計が1.1以下となるように、前記1ポート型SAW共振子のIDTが構成されている。

【0019】

10 【作用】請求項1に記載の発明では、SAWフィルタの入出力側の少なくとも一方に、少なくとも1個の上記1ポート型SAW共振子が直列に接続されている。この1ポート型SAW共振子は、その反共振周波数がf_oがSAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に位置するように構成されている。従ってSAWフィルタ全体の通過帯域特性において、通過帯域の高周波数側において上記1ポート型SAW共振子の反共振点が位置するため、通過帯域の高域側における減衰量が高められる。

【0020】請求項2に記載の発明では、後述の実施例から明らかのように、36°Yカット-LiTaO₃からなる圧電基板を用いたSAWフィルタにおいて、上述した式(1)を満たすように1ポート型SAW共振子が構成されているので、挿入損失をあまり増大させることなく、通過帯域の高域側における減衰量を効果的に改善することができる。

【0021】同様に、請求項3に記載の発明では、64°Yカット-LiNbO₃基板を用いたSAWフィルタにおいて、上述した式(2)を満たすように上記1ポート型SAW共振子が構成されているため、請求項2に記載の発明の場合と同様に、挿入損失をあまり増大させることなく、通過帯域の高域側における減衰量を効果的に改善することができる。

【0022】なお、上記請求項2、3に記載の発明における式(1)及び(2)は、後述の実施例から明らかのように、本願発明者により理論的に確かめられたものである。

【0023】

【実施例の説明】以下、図面を参照しつつ実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0024】図4は、本発明の第1の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図である。SAWフィルタ21は、矩形の圧電基板22を用いて構成されている。圧電基板22の上面22a上には、端縁22b側において、複数のIDT23～25が表面波伝搬方向に沿って配置されている。

【0025】IDT23～25は、3電極型SAWフィルタを構成するために設けられている。なお、IDT23～25の両側には、反射器26、27が配置されている。IDT23、25の一方の歯電極は、図示のよう50 に共通接続されて入力端として用いられる。IDT2

3, 25の他方の歯電極は、アース電位に接続されている。

【0026】また、IDT24の一方の歯電極はアース電位に接続されており、他方の歯電極が出力端OUTに後述の1ポート型表面波共振子28を介して接続されている。

【0027】本実施例の特徴は、1ポート型SAW共振子28が、IDT24の他方の歯電極と、出力端との間に、すなわち3電極型SAWフィルタの出力側に直列に接続されていることにある。

【0028】SAW共振子28は、互いに間挿し合う複数本の電極指を有する一対の歯電極28a, 28bを有する。一方の歯電極28aが、上記IDT24の歯電極に接続されており、他方の歯電極28bが出力端OUTに接続される。

【0029】上記SAW共振子28の反共振周波数 f_r は、IDT23～25で構成される3電極型SAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に位置するように構成されている。従って、後述の動作原理の説明から明らかに、SAWフィルタ21のフィルタ特性において、通過帯域の高周波数側における減衰量を高めることが可能とされている。

【0030】図5は、本発明の第2の実施例に係るSAWフィルタ31を示す略図的平面図である。矩形の圧電基板32の上面32aに2個のIDT33, 34が配置されている。IDT33の一方の歯電極が入力端に、他方の歯電極がアース電位に接続されている。IDT34の一方の歯電極はアース電位に、他方の歯電極は、後述のSAW共振子37, 38を介して出力端OUTに接続されている。

【0031】なお、35, 36は反射器を示す。すなわち、IDT33, 34及び反射器35, 36により、図2に示した2電極型SAWフィルタと同一の構造が構成されている。

【0032】本実施例では、上記2電極型SAWフィルタの出力側において、該SAWフィルタと直列に、2個の1ポート型SAW共振子37, 38が接続されている。SAW共振子37, 38は、第1の実施例のSAW共振子28と同様に、それぞれ、一対の歯電極37a, 37b, 38a, 38bを有する。もともと、歯電極37bと歯電極38aとはバスバーが共通とされている。そして、図示のように歯電極37aがIDT34に接続されており、歯電極38bが出力端OUTに接続されている。

【0033】第2の実施例においても、1ポート型SAW共振子37, 38は、それぞれ、その反共振周波数が上記2電極型SAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に位置するように設計されている。従って、第1の実施例の場合と同様に、通過帯域よりも高周波数側における減衰量を増大させることができるとされている。

【0034】図6は、本発明の第3の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図である。SAWフィルタ41は、矩形の圧電基板42を用いて構成されている。圧電基板42の上面42a上には、中央において、複数のIDT43～49が表面波伝搬方向に沿って配置されている。

【0035】IDT43～49は、多電極型SAWフィルタを構成するために設けられている。IDT43, 45, 47, 49の一方の歯電極は、図示のように共通接続され、後述の1ポート型SAW共振子50を介して入力端INに接続されている。IDT43, 45, 47, 49の他方の歯電極はアース電位に接続されている。

【0036】また、IDT44, 46, 48の一方の歯電極はアース電位に接続されており、他方の歯電極は共通接続され、後述の1ポート型SAW共振子51を介して出力端OUTに接続されている。

【0037】すなわち、本実施例のSAWフィルタ41は、多電極型SAWフィルタの入力側及び出力側の双方において、直列に各1個のSAW共振子50, 51を接続したことに特徴を有する。

【0038】1ポート型SAW共振子50, 51は、それぞれ、その反共振周波数 f_r が中央に構成されている多電極型SAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に位置するように設計されている。よって、第1, 第2の実施例の場合と同様に、SAWフィルタ41では通過帯域の高周波数側における減衰量を増大させることができるとされている。

【0039】なお、第2, 第3の実施例のように、複数の1ポート型SAW共振子を接続する場合には、共振周波数やインピーダンスの異なるSAW共振子を用いることにより、SAWフィルタ全体の特性を所望の特性により一層近づけることができる。

【0040】なお、上述した第1～第3の実施例において圧電基板22, 32, 42としては、従来より公知の圧電セラミックスからなるもの、あるいは絶縁性基板上に圧電薄膜を形成したもの等を用いることができ、絶縁性基板上に圧電性薄膜を形成した構造にあっては、各IDT及び反射器は圧電薄膜の上面及び下面のいずれに形成されていてもよい。

【0041】次に、本発明の動作原理を、具体的な実験結果に基づき説明する。1ポート型SAW共振子は、一般に、図7に示す等価回路で表される。図7を参照して、1ポート型SAW共振子61は、互いに直列に接続されたインダクタンスL₁、容量C₁及び抵抗R₁と、該インダクタンスL₁、容量C₁及び抵抗R₁に並列に接続された容量C₀とを有する。このSAW共振子61のインピーダンス～周波数特性は図8に示す通りであり、共振周波数 f_r 付近でインピーダンスが最小値となり、共振周波数 f_r 付近でインピーダンスが最大値50 50 反共振子周波数 f_0 付近でインピーダンスが最大値

となる。

【0042】従って、前述した2電極型もしくは3電極型SAWフィルタや多電極型SAWフィルタにおいて、上記1ポート型SAW共振子を入出力側の少なくとも一方において直列に接続した場合、上記SAW共振子の反共振周波数 f_r を減衰極とするトラップを構成することができる。よって、前述した2電極型もしくは3電極型のSAW共振子フィルタや多電極型SAWフィルタのような低損失フィルタと組み合わせることにより、上記SAW共振子の反共振周波数 f_r 付近の減衰量を増大させることができる。

【0043】この場合、SAW共振子の反共振周波数 f_r をSAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に設定し、かつ共振周波数 f_c をSAWフィルタの通過帯域内に位置させれば、通過帯域における挿入損失をあまり悪化させることなく、通過帯域より高周波数側における減衰量を増大させることができる。

【0044】もっとも、1ポート型SAW共振子の共振周波数におけるインピーダンス値が高い場合には、インピーダンス整合範囲が狭くなり、SAWフィルタの挿入損失が増大する。従って、以下の実験例で示されるように、SAWフィルタの構成に応じて付加すべき1ポート型SAW共振子のIDTを設計することが望ましい。

【0045】いま、1ポート型SAW共振子の共振周波数を f_r (MHz)、電極指の対数をN(対)、交差幅をA (μm) とすると、 $M = f_r / (N \times A)$ は、SAW共振子の電極間容量の逆数に比例した値となり、比例定数は基板材料により決定される。

【0046】なお、1ポート型SAW共振子を複数個接続した場合には、個々の1ポートSAW共振子について $f_r / (N \times A)$ を求め、その合計が上記Mの値となる。上記Mの値が大きくなるとインピーダンス整合範囲が狭くなり、挿入損失が増加する。インピーダンス不整合による挿入損失の増大分は、実用的には0.5dBが限度であり、挿入損失増大量はこれ以下に抑えることが必要である。また、圧電基板の温度特性を考慮すると、比帶域は1%以上必要である。

【0047】図9は、圧電基板として36°Yカット-LiTaO₃基板を用いた場合に、上記Mの値を変動させたときに挿入損失の悪化が0.5dB以内に収まる比帶域を計算した結果を示す図である。図9から明らかなように、比帶域を1%以上確保するには、Mの値を0.6以下とする必要がある。

【0048】図10は、64°Yカット-LiNbO₃基板を用い、上記Mの値を変動させた場合の挿入損失の変化を示す図である。図10から明らかなように、比帶域を1%以上確保するには、Mの値を1.1以下とする必要があることがわかる。

【0049】上記のように、挿入損失の増大を避けるには、上記M値を圧電基板材料に応じてある値以下とする

ように1ポート型SAW共振子の電極構造を設計することが望ましい。

【0050】次に、図6に示した第3の実施例のSAWフィルタの変形例について具体的に挿入損失一周波数特性を測定した実験例について説明する。図6に示した第3の実施例のSAWフィルタ21では、入出力側に各1個のSAW共振子50, 51が接続されていたが、このSAW共振子50, 51を接続しない場合の挿入損失一周波数特性を図11に示す。なお、圧電基板としては、64°YカットLiNbO₃圧電基板を用いた。

【0051】また、上記図11の特性を測定したSAWフィルタの出力側に、図6に示したSAW共振子50を4個直列に接続したSAWフィルタを作製し、同様に挿入損失一周波数特性を測定した。結果を図12に示す。

【0052】なお、図11及び図12において、実線Aは、それぞれ、通過帯域の要部を拡大して示す特性曲線であり挿入損失の大きさは図11及び図12の右側に示されているスケールにより表されている。

【0053】図11及び図12の比較から明らかのように、4個の1ポート型SAW共振子を接続した実施例の構造では、通過帯域の高域側における減衰量が約10~20dB改善され、他方、通過帯域内の挿入損失は0.3dBの増加にとどまっていることがわかる。

【0054】

【発明の効果】請求項1に記載の発明では、SAWフィルタの入出力側の少なくとも一方、少なくとも1個の1ポート型SAW共振子が直列に接続されており、かつ該1ポート型SAW共振子の反共振周波数がSAWフィルタの通過帯域よりも高周波数側に位置するように1ポート型SAW共振子が設計されているため、通過帯域よりも高周波数側における減衰量を約10~20dB改善することができる。

【0055】従って、通過帯域に比べて減衰域における減衰量が増大されるため、フィルタ特性の急峻性が高められる。よって、携帯電話機における送受信側の周波数のように、周波数間隔の狭い用途に用いるのに適したSAWフィルタを提供することが可能となる。

【0056】また、請求項2に記載の発明では、36°Yカット-LiTaO₃を圧電基板材料として用いた場合、上述した式(1)を満たすように1ポート型SAW共振子を設計することにより、あるいは請求項3に記載のように64°Yカット-LiNbO₃を圧電基板材料として用いた場合には上述した式(2)を満たすように1ポート型SAW共振子を設計することにより、挿入損失を増大させることなく請求項1に記載の発明のように通過帯域外における減衰量、特に通過帯域よりも高周波数域における減衰量を効果的に高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の3電極型SAWフィルタを示す略図的平

9

面図。

【図2】従来の2電極型SAWフィルタを示す略図的平面図。

【図3】従来の多電極型SAWフィルタを示す略図的平面図。

【図4】第1の実施例に係るSAWフィルタを説明するための略図的平面図。

【図5】第2の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図。

【図6】第3の実施例に係るSAWフィルタを示す略図的平面図。

【図7】1ポート型SAW共振子の等価回路を示す図。

【図8】1ポート型SAW共振子のインピーダンス一周波数特性を示す図。

【図9】 36° Yカット-LiTaO₃基板を用い、Mの値を変動させた場合の挿入損失の変化を示す図。【図10】 64° Yカット-LiNbO₃基板を用い、Mの値を変動させた場合の挿入損失を変化を示す図。

【図11】比較のために用意した従来のSAWフィルタの挿入損失一周波数特性を示す図。

10

【図12】4個の1ポート型SAW共振子を接続した実施例のSAWフィルタの挿入損失一周波数特性を示す図。

【符号の説明】

21…SAWフィルタ

22…圧電基板

23~25…IDT

26, 27…反射器

28…1ポート型SAW共振子

31…SAWフィルタ

32…圧電基板

33, 34…IDT

35, 36…反射器

37, 38…1ポート型SAW共振子

41…SAWフィルタ

42…圧電基板

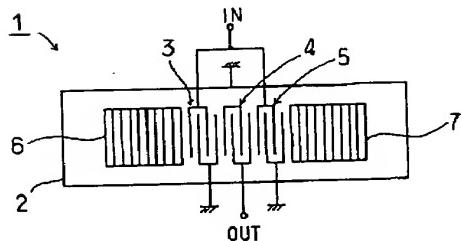
43~49…IDT

50, 51…1ポート型SAW共振子

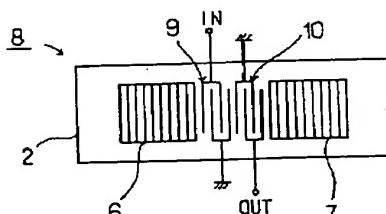
61…1ポート型SAW共振子

20

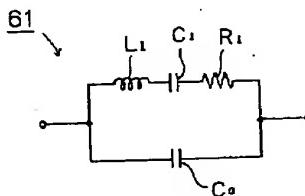
【図1】



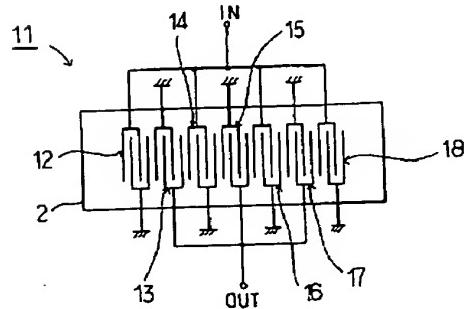
【図2】



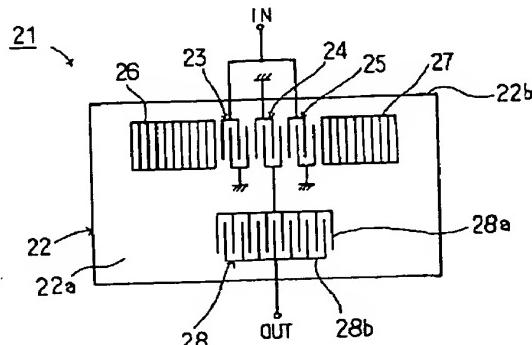
【図7】



【図3】

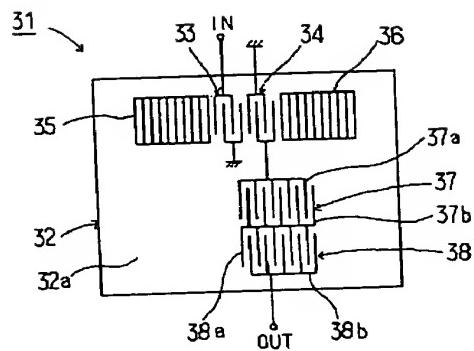


【図4】

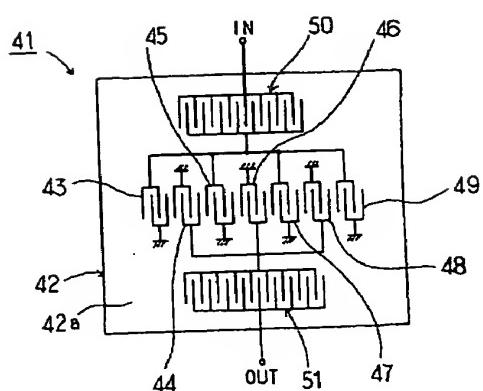


(7)

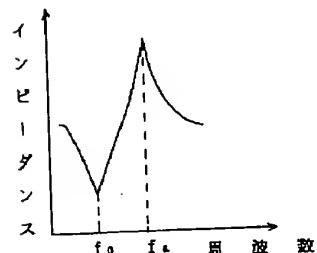
【図5】



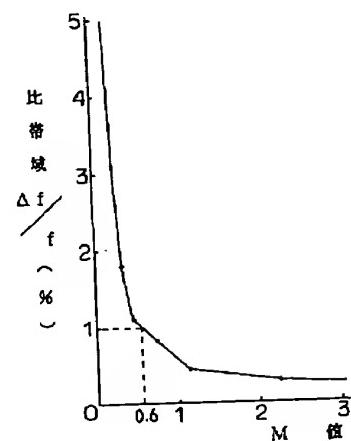
【図6】



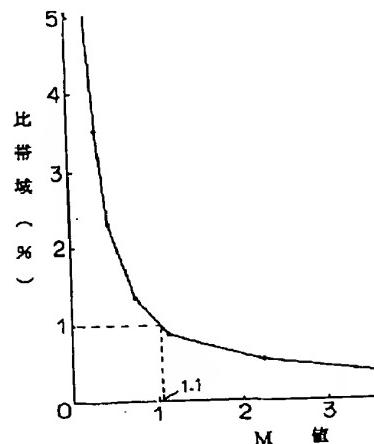
【図8】



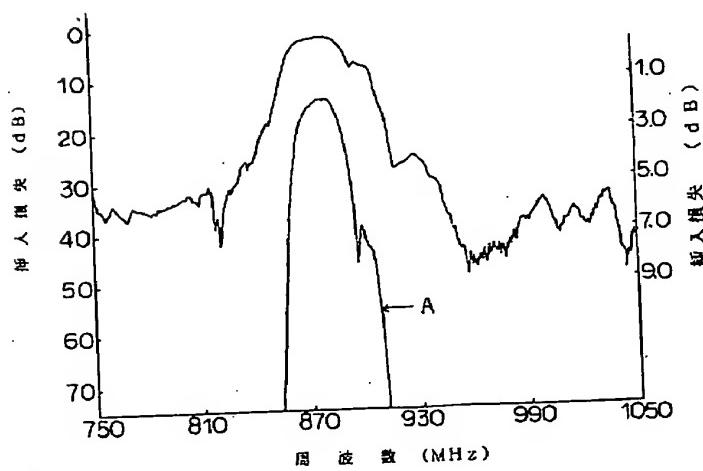
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

